МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

«СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ТЕХНИКУМ ИМ.К.А.ТИМИРЯЗЕВА»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению курсового проекта по

ПМ 01 «Монтаж воздушных линий электропередачи»

специальности «Монтаж и эксплуатация линий электропередачи»

(общие требования)

Составитель Рубцова Ирина Николаевна преподаватель

ГАПОУ СО «СТ им.К.А. Тимирязева»,

высшей квалификационной категории

Пояснительная записка

Современный этап модернизации профессионального образования выдвигает новые требования к содержанию и характеру подготовки квалифицированного специалиста как личности, обладающей высоким интеллектуальным и культурным уровнем, готовой к профессиональному росту.

Для соответствия этим требованиям необходимо формировать у обучающихся представление о методах и логике познания, поиске и накоплении, обработке информации и оформлении результатов исследования. Для реализации этой задачи наряду с прочими методами предусмотрено написание студентами курсовых проектов по дисциплинам согласно учебному плану.

Данные методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальностям «Монтаж и эксплуатация линий электропередачи», базовой подготовки, а так же руководителей курсовых проектов, так как содержат информацию об организации, руководстве, выполнении курсовых проектов в системе среднего профессионального образования.

Методические указания включают общие положения о курсовом проекте в учреждении среднего профессионального образования, вопросы разработки тематики работ. Раскрывается сущность курсовых проектов различного характера и требования к структурным компонентам проекта в зависимости от ее характера. Так же здесь представлены требования к ее оформлению, рекомендации по формированию списка использованных источников, приложений.

В приложении к методическим указаниям содержатся образцы титульного листа, содержания, а так же бланки задания .

1 Общие положения

1 Требования к структуре курсового проекта

По содержанию курсовая работа может носить реферативный или практический характер, объем работы не менее 20 страниц печатного текста.

Курсовая работа *реферативного* характера по структуре состоит из:

-введения, в котором раскрывается актуальность и значение темы, формулируются цель и задачи работы;

-теоретической части,

-заключения, в котором содержатся выводы и рекомендации относительно возможностей использования материалов работы;

-списка использованных источников;

-приложений.

Курсовая работа *практического* характера по структуре состоит из:

-введения, в котором раскрывается актуальность и значение темы, формулируются цель и задачи работы;

-основной части,

-заключения, в котором содержатся выводы и рекомендации относительно возможностей практического применения материалов работы;

-списка использованных источников;

-приложений.

2 Требования к структурным компонентам

Введение должно содержать обоснование актуальности темы, методологический аппарат работы, краткую характеристику состояния научной проблемы.

Общий объем введения – 2 страницы.

Актуальность темы предполагает вычленение научной и практической значимости выбранной темы. Обоснование актуальности может носить теоретическую или практическую направленность.

**Тема** – название работы, которое определяет направление исследования, рассмотрение проблемы под определенным углом. Возможность сформулировать тему появляется только тогда, когда определена проблема действительности, требующая рассмотрения в данной работе.

**Цель** – предполагаемый конечный результат работы. Цель может быть связана либо с выявлением каких-либо закономерностей, связей объекта, либо с разработкой рекомендаций по разрешению проблемы исследования.

Задачи – пути достижения цели, этапы, шаги, которые проходит исследователь, чтобы получить результаты. Задачи исследования должны соответствовать проблеме и предмету исследования. Обычно формулируются три-четыре задачи, выдвижение и решение которых позволяет добиться поставленной цели. (Изучить литературу, изучить нормативные документы, изучить явление, изучить процесс, проанализировать зависимость одного от другого и т.д.)

Вывод: существует ряд компонентов методологического аппарата, сущность компонентов заключается в том, что они определяют направление, структуру и алгоритм исследования.

В Основной части раскрывается содержание вопросов темы.

Основная часть может делиться на теоретический и практический (аналитический) разделы. Каждый из разделов разделен на подразделы (не более 3).

Работы практического характера содержат теоретическую и практическую части. Теоретическая часть содержит теоретические основы разрабатываемой темы – анализ сущности, содержания, специфики явления, теоретическое обоснование рассматриваемого вопроса. В практической части рассматривается практическое применение, реализация, воплощение того предмета, который взят к рассмотрению в работе. Практическая часть может быть представлена расчетами, графиками, таблицами, схемами, анализом случаев из судебной практики, построением модели организации и т.п.

В целом практическая часть работы зависит от выбранной темы и характера курсовой работы.

Заключение непременно перекликается с введением, содержит обобщение теоретических и практических выводов и предложения исследователя. Выводы должны быть лаконичными. Объем заключения, как правило, составляет 1,5 – 2 страницы.

Список использованных источников размещается после заключения, перед приложениями. Источники располагаются в общем порядке фамилий авторов и, заглавий книг и статей (в случае, если автор не указан). В начале списка приводятся законодательные и нормативные документы, которые располагаются группами в порядке убывания значимости, а внутри каждой группы документов – в хронологическом порядке.

Приложения содержат вспомогательный материал: таблицы цифровых данных, схемы, диаграммы, рисунки и другие материалы. Приложения оформляются на отдельных листах, каждое приложение имеет свой тематический заголовок, а в правом верхнем углу надпись: «Приложение 1», «Приложение 2» и т.д.

Работа имеет титульный лист установленного образца, содержание. Текст оформляется в соответствии с требованиями к оформлению письменных работ.

Страницы необходимо нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту.

Номер страницы проставляется внизу в правом углу страницы.

Титульный лист включен в общую нумерацию страниц, является первой страницей работы, второй страницей является содержание работы. Номера на первой и второй странице не проставляют. Номер появляется только на третьей странице - «Введение».

Введение, разделы, заключение, список источников начинается с новой страницы. Таблицы, схемы, расположенные на отдельных листах, входят в общую нумерацию страниц. (Чтобы начать новую страницу следует установить курсор в конце последней фразы текущей страницы, зайти в меню «Вставка» далее «Разрыв» «Начать» «Новую страницу» «Ок».)

Заголовки располагают по центру, выделяют жирным шрифтом. Между заголовком и текстом должна быть пропущена строка.

Работа должна быть сброшюрована в папку-скоросшиватель с прозрачной первой страницей.

3 Оформление письменных работ.

Письменные работы представляются к защите в распечатанном виде на бумаге формата А-4. Текст печатается на одной стороне листа. Текст выполняется в редакторе Microsoft Word. Гарнитура – Times New Roman (Cyr.) величина шрифта в тексте – 14 кегль. Межстрочный интервал – 1,5.

Поля: верхнее 2 см., нижнее – 2 см., левое – 3 см., правое – 1,5 см. Отступ абзаца – 1 см.

Выравнивание текста по ширине.

Все объекты, таблицы, графики, рисунки могут быть вставлены в текст либо отнесены к приложению в случае, если они утяжеляют работу.

Рисунки и схемы подписывают внизу, таблицу – вверху.

*Таблица 1*

Рисунок 1 Схема 1

Ссылки на цитируемые источники оформляются следующим образом. По окончании цитируемого фрагмента в тексте ставят квадратные скобки, в которых заключен номер источника по списку источников и номер страницы, с которой взят цитируемый фрагмент [1, c. 56], если фрагмент располагается на нескольких страницах, указывают интервал страниц [4, c.45-46].

Набор таблиц: таблицы набираются через кнопку «Таблица». Шапка таблицы – 12 кегль полужирный, внутри таблицы 12 кегль. Слово «Таблица» в правом верхнем углу 12 кеглем*.*

*Таблица 1. «Динамика показателей»*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Показатель | Данные за период, год | | | |
| 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| 1. |  |  |  |  |  |

Работа должна быть орфографически, синтаксически и стилистически грамотно написана, в соответствии с нормами современного русского языка. Помните, что написание работы в соответствии с правилами русского языка является не только хорошим тоном, но и демонстрирует квалификацию и общий уровень образованности автора, который оценивается, в том числе, руководителем работы.

4 Библиографическое описание источника

Элементы библиографического описания

Заголовок описания – фамилия и инициалы автора.

Заглавие – название произведения.

Издание – сведения об отличиях данного произведения от других изданий того же произведения (порядковый номер, переработанное, дополненное).

Выходные данные: место издания, наименование издательства и год издания.

Количественная характеристика данных – фактическое количество страниц (с.).

Элементы библиографического описания отделяют друг от друга условными знаками. Последовательность расположения условных знаков между элементами описания следующая.

: Другое заглавие.

/ Сведения об авторстве (авторы, составители, редакторы)

// Название документа, сборника, журнала, газеты, в котором помещена составная часть.

. - Место издания.

: Издательство (книга).

, Год издания (книга).

. – Год издания (журнал).

. – Номер (журнал).

. – Количество страниц (в книге: - 143 с.; страниц, на которых помещена составная часть: - С. 117-125).

Например.

Рузавин Г.И. Научная теория: Логико-методол. анализ. - М.: Мысль, 2012. - 237 с.

Автор Название : Отличие от др. изданий . . - Место .: Изд-во , год . - кол-во стр.

**Примеры оформления**

Книги одного, двух, трех и более авторов.

Госс В.С., Семенюк Э.П., Урсул А.Д. Категории современной науки: Становление и развитие. - М.: Мысль, 2011. - 286 с.

5 Порядок проведения защиты курсового проекта

Выполненный курсовой проект подлежит защите. Курсовой проект предоставляется для рецензирования и защиты в сроки, определенные учебным планом и учебной частью.

Курсовой проект рецензируется ведущим преподавателем. Замечания по тексту работы в рецензии. Рецензия отражает качество работы, степень ее самостоятельности, теоретическую обоснованность и практическое значение, отмечаются достоинства и недостатки в раскрытии темы. Работа, получившая положительную оценку, допускается к защите и возвращается обучающемуся для подготовки ответов на замечания.

Отрицательный отзыв предполагает полную или частичную переработку курсовой работы, ее повторное рецензирование и (в случае положительной оценки) ее защиту.

Защита работ предусматривает 5-7 минутный доклад перед преподавателем и обучающимися, ответы на замечания рецензента. Для защиты курсового проекта целесообразно подготовить презентацию.

Примерный план защиты курсового проекта:

1. Тема работы, ее актуальность.

2.  Цель выполнения курсовой работы.

          3.  Структура курсовой работы.

4.  Теоретические основы рассматриваемой темы.

5.  Оценка деятельности предприятия в разрезе темы, существующие проблемы, достоинства и недостатки в работе предприятия.

6.  Рекомендации по решению вскрытых проблем.

7.  Заключение.

По результатам защиты выставляется окончательная оценка по пятибалльной системе, которая учитывает и ответы обучающегося на вопросы, если они были заданы преподавателем.

**Методические указания для выполнения расчетной  
части курсового проекта на тему: «Механический расчет линий электропередачи напряжением 110 кВ».**

По индивидуальному заданию осуществляются следующие расчеты:

1 Исходные данные

Тип ЛЭП: двухцепная воздушная линия напряжением \_\_\_\_\_ кВ,

проходящая в ненаселенной местности.

Климатические условия:

район по ветру – \_\_\_\_\_;

район по гололеду – \_\_\_\_;

температура:

высшая tmax=\_\_\_°С;

низшая tmin=\_\_\_\_°С;

среднегодовая tср=\_\_\_°С.

Тип опор: унифицированные железобетонные.

Марки провода:\_\_\_\_\_\_.

Марка грозозащитного троса:\_\_\_\_\_.

Материал изоляторов: фарфор

Степень загрязненности атмосферы\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

2 Определение физико-механических характеристик провода и троса

Физико-механические характеристики провода и троса приведены в таблицах 2.1 и 2.2.

Таблица 2.1 - Физико-механических характеристики провода АС-150/24

|  |  |
| --- | --- |
| Сечение, мм2:  алюминиевой части  стальной части  суммарное F |  |
| Диаметр провода d, мм |  |
| Количество и диаметр проволок, шт×мм:  алюминиевых  стальных |  |
| Количество повивов, шт.  алюминиевой части  стальной части |  |
| Вес провода Gп, даН/км |  |
| Модуль упругости Е, даН/мм2 |  |
| Температурный коэффициент линейного удлинения α, град-1 |  |
| Предел прочности, даН/мм2 |  |
| Удельная нагрузка от собственного веса γ1, даН/(м×мм2) |  |
| Допустимое напряжение, даН/мм2  при среднегодовой температуре σt.ср  при низшей температуре σt min  при наибольшей нагрузке σγ max |  |

Таблица 2.2 - Физико-механических характеристики троса ТК-50

|  |  |
| --- | --- |
| Сечение, мм2:  номинальное  фактическое Fт |  |
| Диаметр троса dт, мм |  |
| Количество и диаметр проволок, шт×мм |  |
| Количество повивов, шт. |  |
| Вес троса Gт, даН/км |  |
| Модуль упругости Ет, даН/мм2 |  |
| Температурный коэффициент линейного удлинения αт, град-1 |  |
| Предел прочности, даН/мм2 |  |
| Удельная нагрузка от собственного веса γт1, даН/(м×мм2) |  |
| Допустимое напряжение, даН/мм2  при среднегодовой температуре σтt.ср  при низшей температуре σтt.min  при наибольшей нагрузке σтγ.max |  |

3 Выбор унифицированной опоры

По исходным данным выбирается тип унифицированной промежуточной опоры \_\_\_\_\_. Основные размеры опоры показаны на рисунке 3.1, технические характеристики опоры приведены в таблице 3.1.

H=26,0м; h1=3,0м; h2=13,5м; h3=4,0м; a1=2,0м; a2=3,5м; a3=2,0м; b=3,3м

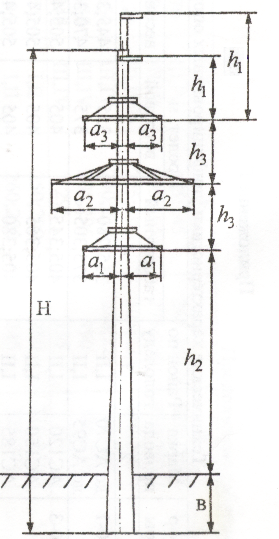


Рисунок 3.1 – Унифицированная железобетонная опора ПБ110-8

Таблица 3.1 – Технические характеристики опоры ПБ110-8

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка провода | Район по гололеду | Пролет, м | | | Масса, т |
| габаритный | ветровой | весовой |
|  |  |  |  |  |  |

Расчетный пролет, м,

Lр=α·Lгаб,

где α=0,9 для ненаселенной местности;

Lр=

4 Расчет проводов и троса на механическую прочность

4.1 Определение толщина стенки гололеда и величины скоростного напора ветра

Средняя высота подвеса проводов на опоре, м,

, (4.1)

где hi – расстояние от земли до j-ой траверсы опоры, м;

m – количество проводов на опоре;

λ – длина гирлянды изоляторов, м.

Для предварительных расчетов длина гирлянды изоляторовλ принимается для ВЛ

\_\_\_\_\_\_\_\_кВ \_\_\_\_м.

=

Средняя высота подвеса троса на опоре, м,

=h2+2·h3+h1, (4.2)

=

Допустимая стрела провеса провода, м,

, (4.3)

где h2 – расстояние от земли до нижней траверсы, м;

Г – габаритный размер, м;



Допустимая стрела провеса троса, м,

[fт]= -(Г+2·h3+z), (4.4)

где z – наименьшее допустимое расстояние по вертикали между проводом и тросом в середине пролета, м, для Lр=202,5 м z=4;

[fт]=

Высота приведенного центра тяжести провода и троса, м,

, (4.5)



=

Толщина стенки гололеда для провода и троса, мм,

, (4.6)

где С – нормативное значение стенки гололеда, мм, (для 2-го района по гололеду С=10 мм);

 - поправочные коэффициенты на высоту и диаметр провода или троса

=



Скоростной напор ветра на провод и трос, даН/м2,

, (4.7)

где q – нормативный скоростной напор ветра, даН/м2;

kВ – поправочный коэффициент;

=;



4.2 Определение удельных нагрузок на провод и трос

Удельная нагрузка от собственного веса, даН/(м∙мм2), берется из таблиц 2.1 и 2.2:

;



Удельная нагрузка от веса гололеда, даН/(м∙мм2),

, (4.8)

где d – диаметр провода или троса, мм;

F – фактическое сечение провода или троса, мм2;

g0=0,9·10-3 даН/(м∙мм2) – плотность гололедных отложений;



=

Удельная нагрузка от веса гололеда и собственного веса провода (троса), даН/(м∙мм2),

, (4.9)

=;

=.

Удельная нагрузка от давления ветра при отсутствии гололеда, даН/(м∙мм2),

, (4.10)

где kl – коэффициент, учитывающий влияние длины пролета на ветровую нагрузку;

kH – коэффициент, учитывающий неравномерность скоростного напора ветра по пролету;

СХ – коэффициент лобового сопротивления, равный 1,1 – для проводов диаметром 20 мм и более, свободных от гололеда; 1,2 – для всех проводов, покрытых гололедом, и для проводов диаметром меньше 20 мм, свободных от гололеда;

=;

= .

Удельная нагрузка от давления ветра на провод и трос при наличии гололеда, даН/(м∙мм2),

, (4.11)

где q′=0,25∙qmax для районов с толщиной стенки гололеда до 15 мм;

= ;

= .

Удельная нагрузка от давления ветра и веса провода (троса) без гололеда, даН/(м∙мм2),

, (4.12)

= ;

= .

Удельная нагрузка на провод от давления ветра и веса провода, покрытого гололедом, даН/(м∙мм2),

 (4.13)

= ;

= .

4.3 Расчет критических пролетов

Первый критический пролет, м,

, (4.14)

где Е – модуль упругости, даН/мм2;

α – температурный коэффициент линейного удлинения материала провода, град-1;

Lk1=

Выражение под корнем меньше нуля. Первый критический пролет – мнимый.

Второй критический пролет, м,

, (4.15)

где tгол – температура гололеда, равная -5ºС;

γmax=γ7;

Lк2=.

Третий критический пролет, м,

, (4.16)

Lк3=.

В результате получается следующее соотношение критических пролетов и расчетного пролета: Lк1 – мнимый, Lр=\_\_\_\_\_м>Lк3=\_\_\_\_ м.

На основании полученных соотношений определяется исходный режим. Это режим максимальной нагрузки с параметрами: σ=[σγ.max]=\_\_\_\_\_ даН/мм2, γ=γmax=\_\_\_\_даН/(м·мм2), t=tгол=\_\_\_°С.

4.4 Расчет напряжений в проводе

По уравнению состояния провода рассчитываются напряжения в проводе для режимов среднегодовой температуры – σtср, режима низшей температуры – σtmin и наибольшей нагрузки – σγmax.

Расчет напряжения в проводе для режима низшей температуры. В уравнение состояния провода подставляются все известные параметры.

, (4.17)

=

Решение полученного уравнения выполняется итерационным методом касательных. В качестве нулевого приближения принимается значение σ0=\_\_ даН/мм2.

Производная полученной функции y=:

y’=

Определяется поправка на первой итерации:

Δ1=y(σ0)/y’(σ0),

= .

Новое значение напряжения:

σ1=σ0-Δ1,

σ1= .

Проверка итерационного процесса. Для этого задается точность расчета ε=0,01 даН/мм2.

0,377>0,01,

следовательно расчет нужно продолжить, приняв в качестве нового приближения σ= .

Поправка на второй итерации:

= .

Новое значение напряжения:

σ2= .

Выполняется проверка:

∆2 >0,01.

Поправка на третьей итерации:

= .

Проверка:

∆3<0,01,

следовательно за искомое выражение σtmin принимаем σ3:

σtmin=\_\_\_\_\_ даН/мм2.

Расчеты напряжений в проводе для режимов среднегодовой температуры и наибольшей нагрузки выполняются с помощью программы «MERA2». В результате получены следующие значения:

σtср=\_\_\_\_ даН/мм2;

σγmax=\_\_\_\_\_ даН/мм2.

Выполняется проверка условий механической прочности:

σtср≤[σtср], \_\_\_\_<\_\_\_;

σtmin≤[σtmin], \_\_\_\_\_<\_\_\_;

σγmax≤[σγmax], \_\_\_\_<\_\_\_\_.

Условия выполняются, значит механическая прочность проводов будет достаточной для условий проектируемой линии.

По уравнению состояния провода выполняются расчеты напряжений для режимов гололеда без ветра –σгол, высшей температуры – σtmax, грозового режима – σгр. Результаты расчетов следующие:

σtmax=\_\_\_\_ даН/мм2;

σгол=\_\_\_\_\_\_ даН/мм2;

σгр=\_\_\_\_\_\_ даН/мм2.

4.5 Определение стрелы провеса проводов и троса

Определяются стрелы провеса проводов в режиме гололеда без ветра, высшей температуры и грозовом режиме, м,

, (4.18)

= ;

= ;

= .

Проверка соблюдения требуемых расстояний от низшей точки провисания провода до земли по условию:

f≤[f]= ;

ftmax=\_\_\_<\_\_\_;

fгол=\_\_\_<\_\_\_\_.

Условия выполняются, значит расстояние от провода до земли будет не менее габаритного размера.

Стрела провеса грозозащитного троса в грозовом режиме, м,

, (4.19)

= .

4.6 Определение напряжений в тросе

Напряжение в тросе в грозовом режиме, даН/мм2,

, (4.20)

= .

В качестве исходного принимается грозовой режим с параметрами: σтгр, γт1, t=15°C. По уравнению состояния провода определяются напряжения в тросе для режимов максимальной нагрузки, низшей и среднегодовой температуры.

Расчет напряжения в тросе для режима среднегодовой температуры. В уравнение состояния провода подставляются все известные параметры.

=

Полученное уравнение приводится к виду:

В качестве нулевого приближения принимается значение σ0=\_\_\_ даН/мм2.

Производная полученной функции

y=:

y’=

Определяется поправка на первой итерации:

Δ1=y(σ0)/y’(σ0),

Δ1=.

Новое значение напряжения:

σ1=σ0-Δ1,

σ1=.

Проверка итерационного процесса, ε=0,01 даН/мм2.

\_\_\_\_>0,01,

следовательно расчет нужно продолжить, приняв в качестве нового приближения σ=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Поправка на второй итерации:

= .

Проверка:

<0,01,

следовательно за искомое выражение σтtср принимаем σ1:

σтtср=\_\_\_\_ даН/мм2.

В результате расчетов остальных режимов получены следующие значения:

σтγmax=\_\_\_\_\_\_ даН/мм2;

σтtmin=\_\_\_\_\_\_ даН/мм2.

Проверка условий механической прочности троса:

σтγmax=\_\_\_\_\_\_ даН/мм2≤ [σтγmax]=60 даН/мм2;

σтtmin=\_\_\_\_\_\_\_ даН/мм2≤ [σтtmin]=60 даН/мм2;

σтtср=\_\_\_\_\_\_\_\_\_даН/мм2≤ [σтtср]=42 даН/мм2.

Условия выполняются, значит выбранный провод пригоден для условий проектируемой линии.

5 Выбор изоляторов и линейной арматуры

Тип изолятора выбирается по механической нагрузке с учетом коэффициента запаса прочности, который представляет собой отношение разрушающей электромеханической нагрузки к нормативной нагрузке на изолятор. Согласно ПУЭ, коэффициенты запаса прочности в режиме наибольшей нагрузки должны быть не менее 2,7, а в режиме среднегодовой температуры – не менее 5,0.

В нормальных режимах поддерживающая гирлянда изоляторов воспринимает осевую нагрузку, состоящую из веса провода, гололеда и веса самой гирлянды.

Нагрузка для изоляторов поддерживающих гирлянд, даН,

2,7·(Gг+Gи)≤ Gэм,

5,0·(Gп+Gи)≤Gэм, (5.1)

где Gг – нагрузка на изолятор от веса провода, покрытого гололедом, даН,

Gг=γ7·F·Lвес, (5.2)

где Lвес=\_\_\_\_\_ м – длина весового пролета;

F – общее фактическое сечение провода, мм2;

Gи – нагрузка на изолятор от веса гирлянды, даН, предварительно Gи=50 даН;

Gп – нагрузка на изолятор от веса провода, даН,

Gп=γ1·F·Lвес, (5.3)

Тогда

2,7·( γ7·F·Lвес+ Gи)=;

5,0·( γ1·F·lвес+ Gи)=.

Выбирается изолятор с такой разрушающей электромеханической нагрузкой, чтобы выполнялись условия (5.1). Выбирается изолятор (например ПФ70-В) с разрушающей электромеханической нагрузкой 7500 даН:

Gп <7500;

Gп <7500,

т.е. условия выполняются.

Определяется число изоляторов в поддерживающей гирлянде,

n≥, (5.4)

где λэф – нормированная удельная эффективная длина пути утечки. Для степени загрязненности атмосферы I λэф=13 мм/кВ;

Uнаиб=1,15·Uном;

Lэф – эффективная длина пути утечки, мм,

Lэф=Lут/k, (5.5)

где Lут =355 мм для выбранного изолятора;

k – поправочный коэффициент,

k=, (5.6)

где D – диаметр тарелки изолятора, D=270 мм;

k=;

Lэф=;

n≥.

Полученное значение округляется до шести и увеличивается на один. В итоге число изоляторов в поддерживающей гирлянде равно семи.

При выборе изоляторов натяжных гирлянд в условия (5.1) добавляется величина тяжения провода.

Нагрузка на изолятор натяжной гирлянды, даН,



, (5.7)

Подставляем значения получаем:

Выбирается изолятор ПФ70-В с разрушающей электромеханической нагрузкой 7500 даН:

Gзм<7500;

Gзм<7500,

т.е. условия выполняются.

Число изоляторов в натяжной гирлянде принимается на один больше, чем в поддерживающей, т.е. восемь штук. Выбор арматуры аналогичен выбору изоляторов. Коэффициент запаса прочности для условий гололеда должен быть не менее 2,5. Нагрузка на арматуру поддерживающей гирлянды, даН,

2,5·(Gг+Gи)≤ Gр, (5.8)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Выбирается узел крепления гирлянды к траверсе опоры КГП-7-1, серьгу СР-7-16, ушко У1-7-16 с разрушающей минимальной нагрузкой 70 кН; глухой поддерживающий зажим ПГН-3-5 с минимальной разрушающей нагрузкой 25 кН.

Нагрузка на арматуру натяжной гирлянды, даН,

, (5.9)

Подставляем значения получаем:

Для натяжной гирлянды выбирается та же арматура что и для поддерживающей. Для натяжной гирлянды выбираем болтовой зажим.

Изолятор и линейная арматура изображены на рисунках 5.1-5.5.

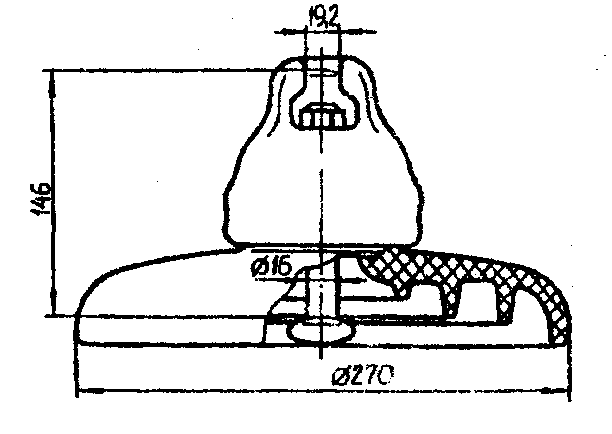


Рисунок 5.1 – Изолятор ПФ70-В

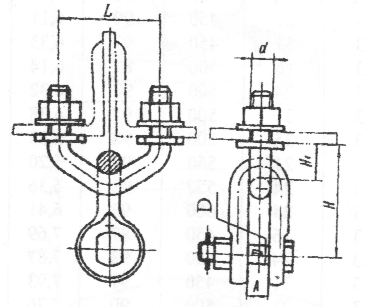


Рисунок 5.2 – Узел крепления КГП-7-1

D=16 мм; А=17 мм; d=16 мм; L=80 мм; Н1=32 мм; Н=82 мм

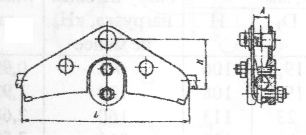


Рисунок 5.3 – Зажим поддерживающий ПГН-3-5

L=220 мм; А=20 мм; Н=66 мм

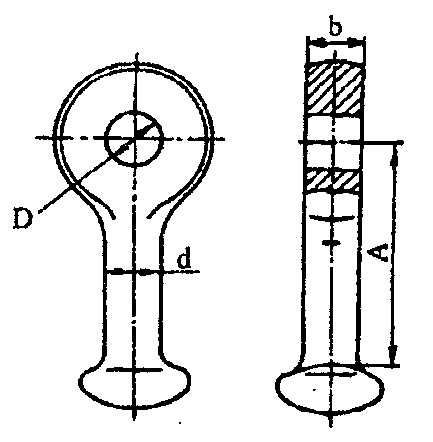


Рисунок 5.4 – Серьга СР-7-16

D=17 мм; d=16 мм; А=65 мм; b=16 мм

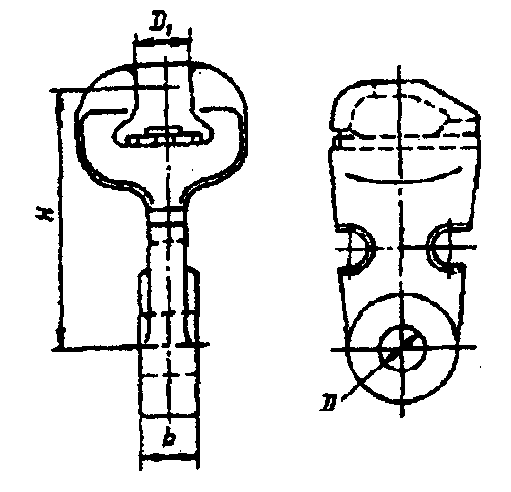


Рисунок 5.5 – Ушко У1-7-16

D=17 мм;D1=19,2 мм; b=16 мм; Н=104 мм

Фактический вес поддерживающей гирлянды, даН,

, (5.10)

где Gиз – вес одного изолятора, даН;

Gарм – суммарный вес элементов арматуры, даН;

= .

Фактическая длина поддерживающей гирлянды, м,

, (5.11)

где Низ – высота одного изолятора, м;

Нарм – суммарная высота элементов арматуры, м;

= .

Получили λгир.ф =1,339 больше, чем принятое в расчетах λ=1,3.

Проверка соблюдения габарита.

Пересчитанная допустимая стрела провеса, м,

,

.

Проверка соблюдения требуемых расстояний от низшей точки провисания провода до земли по условию:

f≤[f]= ,

ftmax=\_\_\_\_<\_\_\_\_.

Условие соблюдается, т.е. такая длина гирлянды допустима.

Защита от вибрации осуществляется с помощью гасителей вибрации, представляющих собой два груза, закрепленных на стальном тросике (рисунок 5.6).

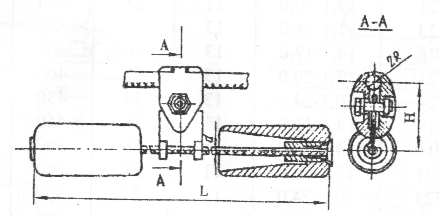


Рисунок 5.6 – Гаситель вибрации ГПГ-1,6-11-400/21

d=11 мм; 2R=21 мм; L=400 мм; H=78 мм

Выбор гасителя вибрации осуществляется с учетом марки и сечения провода. Выбирается гаситель вибрации ГПГ-1,6-11-400/21. Для грозозащитного троса гаситель вибрации не требуется, так как σтtср<18,0 даН/мм2.

Расстояние от зажима до места крепления виброгасителя, мм,

, (5.12)

где d – диаметр провода, мм;

Gп – вес одного метра провода, даН;

Подставляем значение

6 Расстановка опор по профилю трассы

6.1 Построение шаблона

На заданном профиле трассы расстановка опор производится с помощью специальных шаблонов. Шаблон представляет собой три кривые провисания провода, сдвинутые относительно друг друга, построенные в виде парабол для режима, при котором возникает наибольшая стрела провеса. В п. 4.5 была определена максимальная стрела провеса, которая соответствует режиму максимальной температуры, fmax=\_\_\_\_ м.

Кривая 1 – кривая провисания нижнего провода – строится на основе формулы стрелы провеса:

, (6.1)

где γfmax, σfmax – удельная нагрузка и напряжение в проводе в режиме, отвечающем наибольшей стреле провеса. Данная формула представляется в виде уравнения:

y=a·x2, (6.2)

где

; a=.

Для режима максимальной температуры уравнение примет вид:

,

Для построения кривой 1 в 1-ом квадранте выполняется несколько расчетов, представленных в виде таблицы 6.1.

Таблица 6.1 – Построение кривой 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| l | 0 | 50 | 100 | 150 | 202,5 |
| x | 0 |  |  |  |  |
| y | 0 |  |  |  |  |

Кривая 2, называемая габаритной, сдвинута о вертикали вниз от кривой 1 на расстояние требуемого габарита от земли Г=6 м. Кривая 3 – земляная – сдвинута от кривой 1 вниз на расстояние h2-λгир.ф=13,5-1,339=12,161 м (рисунок 6.1).



Рисунок 6.1 – Построение шаблона

Шаблон накладывают на профиль трассы так, чтобы кривая 3 пересекала профиль в месте установки первой анкерной опоры, а кривая 2 касалась его, при этом ось у должна быть строго вертикальной. Тогда другая точка пересечения кривой 3 с профилем будет соответствовать месту установки первой промежуточной опоры. При таком положении шаблона во всех точках пролета габарит будет не меньше допустимого. Аналогично находится место установки второй промежуточной опоры и т.д.

После монтажа анкерного участка в проводах происходит выравнивание напряжения, которое соответствует какому-то условному пролету. Этот пролет называется условным, и его длина, м, определяется из выражения:

, (6.3)

где li – фактическая длина i-го пролета в анкерном участке, м;

n – количество пролетов в анкерном участке;

.

В результате расчетов получили что Lпр отличается от Lр на

∙100%=\_\_%,

что больше допустимых 5%. В таком случае заново проводится механический расчет, построение шаблона и расстановка опор на трассе. Для данного курсового проекта допускается изменить расстановку опор без проведения повторного механического расчета.

Построение нового шаблона.

,

Для построения кривой L в 1-ом квадранте выполняется несколько расчетов.

Таблица 6.2 – Построение кривой 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| L | 0 | 50 | 100 |  |
| x |  |  |  |  |
| y |  |  |  |  |

Новая расстановка опор показана на рисунке 6.3.

Приведенный пролет, м,



Проверка:

∙100%=%.

В результате повторного расчета разница между приведенным и расчетным пролетом снова велика. Расчет повторяется до тех пор пока разница между значениями пролетов будет не более 5%.

6.2 Проверка опор на прочность

При расстановке опор по профилю трассы все они должны быть проверены на прочность в реальных условиях. Проверка выполняется сопоставлением вычисленных для каждой опоры весового и ветрового пролетов со значениями этих пролетов, указанных в технических характеристиках опоры.

Весовой пролет, м,

, (6.4)

где эквивалентные пролеты вычисляются по формулам:

-первый (большой) эквивалентный пролет, м,

, (6.5)

-второй (малый) эквивалентный пролет, м,

, (6.6),

где l – действительная длина пролета, м;

Δh – разность между высотами точек подвеса провода, м;

Смежными эквивалентными пролетами, прилегающими к опоре, могут быть и два больших или два малых эквивалентных пролета. Тогда выражение (6.4) будет иметь вид:

;

или

.

Ветровой пролет, м,

. (6.7)

Расчет для второй опоры.

;

;

;

.

Для остальных опор расчет сводится в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 – Проверка опор на прочность

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опоры i | l'эi-1, м | l”эi-1, м | l’эi, м | l”эi, м | Δhi-1, м | Δhi, м | lвес, м | lветр, м |
| 1  2  3  4  5  6  7 | -  -  -  О  -  204,3  -  - | 184,3  108,4  43,1  Б  168,0  -  104,6  148,7 | 205,6  206,9  200,0  Р  -  189,4  173,3  165,0 | -  -  -  А  143,7  -  -  - | 0,55  2,23  2,99  З  0,86  1,54  1,82  0,58 | 2,23  2,99  0,86  Е  1,54  1,82  0,58  0,41 | 194,9  157,6  121,5  Ц  155,8  196,8  138,9  156,8 | 175,5  141,0  154,5  179,0  160,5  154,0  158,5 |

Таким образом, для каждой опоры выполняются условия



7 Расчет монтажных стрел провеса провода и троса

Определяется исходный режим из соотношений трех критических пролетов и приведенного пролета: lк1 – мнимый, lпр=166 м>lк3=144,2 м.

На основании полученных соотношений определяется исходный режим. Это режим максимальной нагрузки с параметрами: σи=[σγ.max]=13,0 даН/мм2, γи=γmax=8,5·10-3 даН/(м·мм2), tи=tгол=-5°С.

Расчет напряжения при монтаже осуществляется с помощью уравнения

. (7.1)

Стрела провеса провода в интересующем пролете lф, м, определяется из выражения

, (7.2).

Тяжение провода, даН, рассчитывается по формуле

, (7.3)

С помощью уравнения состояния рассчитывается напряжение в проводе при температуре монтажа tmax=40°C и tmin=-10°C.

при tmax=40°C:

=

.

Полученное уравнение приводится к виду:

=\_\_\_\_\_\_\_ даН/мм2.

Тяжение в проводе, даН,

,



при tmin= °C:



.

Полученное уравнение приводится к виду:

.

= даН/мм2.

Тяжение в проводе, даН,

= даН.

Для наибольшего пролета Lmax= \_\_\_\_м и наименьшего пролета lmin=\_\_\_\_\_ м по формуле (7.2) рассчитываются стрелы провеса при максимальной и минимальной температурах, м,

lmax=\_\_\_\_ м

=;

=;

lmin= м

=;

.

Расчет при других температурах выполняется аналогично, результаты заносятся в таблицу 7.1.

Стрела провеса провода в габаритном пролете при температуре 15°С, м,

, (7.4)

=.

Исходные данные для троса: σтгр=14,7 даН/мм2, γт1=8·10-3 даН/(м·мм2), t=15°C.

Стрела провеса троса в габаритном пролете в режиме грозы исходя из требуемого расстояния z для габаритного пролета, м,

, (7.5)

=.

Определяется величина напряжения в тросе по известной величине fтгр, даН/мм2,

, (7.6)

=.

Определяются напряжения в тросе при температуре монтажа из уравнения состояния, принимая в качестве исходного грозовой режим.

, (7.7)

Для наибольшего пролета lmax=194 м и наименьшего пролета lmin=125 м рассчитываются стрелы провеса троса, м,

, (7.8)

, (7.9)

Тяжение в тросе, даН,

, (7.10)

Расчет для температуры -10°С.

=

Полученное уравнение приводится к виду:

= даН/мм2.

Тяжение в тросе, даН,

 даН.

Стрела провеса при Lmax=\_\_\_\_ м, м,



Стрела провеса при Lmin=\_\_\_\_м, м,



Расчет при других температурах выполняется аналогично, результаты заносятся в таблицу 7.2.

Таблица 7.1 – Монтажная таблица провода

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Температура, °С | Напряжение, даН/мм2 | Тяжение, даН | Стрела провеса в пролете длиной, м | |
| l=194 | l=125 |
| -10  0  10  15  20  30  40 |  |  |  |  |

Таблица 7.2 – Монтажная таблица троса

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Температура, °С | Напряжение, даН/мм2 | Тяжение, даН | Стрела провеса в пролете длиной, м | |
| 194 м | 125 м |
| -10  0  10  20  30  40 |  |  |  |  |

Монтажные графики для провода и троса изображены на рисунках 7.1 и 7.2.



Рисунок 7.1 – Монтажные графики для провода



Рисунок 7.2 – Монтажные графики для троса

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

«СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ТЕХНИКУМ ИМ.К.А.ТИМИРЯЗЕВА»

Специальность «Монтаж и эксплуатация линий электропередачи»

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

**по МДК 01.01 «Конструкции линий электропередачи**

**и типовые расчеты»**

**на тему: « Механический расчет линий электропередачи**

**напряжением 110 кВ»**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Выполнил: студент 3курса 3 группы  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (Ф.И.О.)  Проверил преподаватель :  Оценка: |

год

Приложение 3. УТВЕРЖДАЮ

Председатель цикловой

комиссии профессионального цикла

технического профиля

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г.

З А Д А Н И Е

На курсовую работу по специальности «Монтаж и эксплуатация линий электропередачи»

по ПМ 01 «Монтаж воздушных линий электропередачи» МДК 01.01 «Конструкции линий электропередачи и типовые расчеты»

студенту очной формы обучения группы 3

Ф.И.О. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Тема задания: Механический расчет воздушной линии электропередачи.

[Введение](#_Toc202715684)

[1 Исходные данные](#_Toc202715685)

[2 Определение физико-механических характеристик провода и троса](#_Toc202715686)

[3 Выбор унифицированной опоры](#_Toc202715687)

[4 Расчет проводов и троса на механическую прочность](#_Toc202715688)

[4.1 Определение толщина стенки гололеда и величины скоростного напора ветра](#_Toc202715689)

[4.2 Определение удельных нагрузок на провод и трос](#_Toc202715690)

[4.3 Расчет критических пролетов](#_Toc202715691)

[4.4 Расчет напряжений в проводе](#_Toc202715692)

[4.5 Определение стрелы провеса проводов и троса](#_Toc202715693)

4.6 Определение напряжений в тросе

5 Выбор изоляторов и линейной арматуры

6 Расстановка опор по профилю трассы

6.1 Построение шаблона

6.2 Проверка опор на прочность

7 Расчет монтажных стрел провеса провода и троса

Заключение

Список используемых источников

Графическая часть

Лист 1 чертеж опоры ВЛЭП.

Дата выдачи\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Срок окончания\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Преподаватель\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_